

PCT/JP2005/001295

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

25.01.2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 6 月 2 5 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 1 8 8 3 6 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 1 8 8 3 6 5]

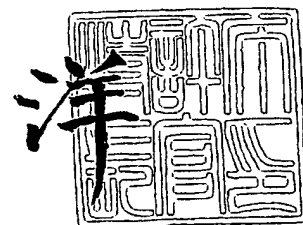
出 願 人 古 河 電 気 工 業 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

BEST AVAILABLE COPY

2 0 0 5 年 2 月 2 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特 2 0 0 5 - 3 0 1 5 1 5 9

【書類名】 特許願
【整理番号】 0400067
【提出日】 平成16年 6月25日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G02B 6/12
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内
 【氏名】 奈良 一孝
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内
 【氏名】 占部 晴樹
【特許出願人】
 【識別番号】 000005290
 【氏名又は名称】 古河電気工業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100093894
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 五十嵐 清
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 000480
 【納付金額】 16,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9108379

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

基板上に、2つの同一のマッハツェンダ光干渉計回路を完全点対称に縦列接続した第1の点対称接続光干渉計回路を設け、該第1の点対称接続光干渉計回路を1つ以上縦列接続して光入力側回路を形成し、該光入力側回路の第1の光導波路の光入力端は複数波長光の入力部と成して該第1の光導波路の出力端はスルーポートと成し、前記光入力側回路の第2の光導波路の出力端はクロスポートと成し、前記スルーポートには前記第1の点対称接続光干渉計回路と同一機能構成の第2の点対称接続光干渉計回路を1つ以上縦列接続して成る第1の光出力側回路を接続し、前記クロスポートには、前記第1と第2の点対称接続光干渉計回路を形成するマッハツェンダ光干渉計回路と異なる長さ構成のマッハツェンダ光干渉計回路を1つ以上有する第2の光出力側回路を接続して形成されている広帯域波長合分波フィルタ。

【請求項 2】

第2の光出力側回路は n 段（ n は2以上の整数）のマッハツェンダ光干渉計回路を有し、第1段のマッハツェンダ光干渉計回路の第2の光導波路の光出力側に第2段のマッハツェンダ光干渉計回路の第1の光導波路の光入力側が接続され、前段のマッハツェンダ光干渉計回路の第2の光導波路の光出力側に後段のマッハツェンダ光干渉計回路の第1の光導波路の光入力側が接続され、前記第1段のマッハツェンダ光干渉計回路の第1の光導波路の光入力側が前記光入力側回路のクロスポートに接続され、前記光入力側回路のスルーポートには第1の光出力側回路の第1の光導波路の光入力側が接続されていることを特徴とする請求項1記載の広帯域波長合分波フィルタ。

【請求項 3】

第2の光出力側回路は、第1の点対称接続光干渉計回路と同一機能構成の第3の点対称接続光干渉計回路を有して形成したことを特徴とする請求項2記載の広帯域波長合分波フィルタ。

【請求項 4】

光入力側回路の第1の光導波路の光入力端から入力された複数波長光のうちスルーポートから出力された光は第1の光出力側回路の第1の光導波路を通してその光出力側から出力され、前記複数波長光のうち光入力側回路のクロスポートから出力された光は第2の光出力側回路を形成する n 段接続の回路のうち、第1段の回路の第1の光導波路から入力されて最後段の回路の第2の光導波路の光出力側から出力される構成としたことを特徴とする請求項2または請求項3記載の広帯域波長合分波フィルタ。

【請求項 5】

第1の光導波路と第2の光導波路のうち一方側の光導波路から入力されて該光導波路から出力される光をスルー伝搬光とし、前記一方側の光導波路から入力されて他方側から出力される光をクロス伝搬光としたとき、点対称接続光干渉計回路はスルー伝搬光の損失が小さいスルー損失小波長帯を1つ以上有し、第2の光出力側回路を形成するマッハツェンダ光干渉計回路の少なくとも1つはクロス伝搬光の損失が前記1つ以上のスルー損失小波長帯のうち少なくとも1つの波長帯内に極大値を有するように構成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか1つに記載の広帯域波長合分波フィルタ。

【請求項 6】

点対称接続光干渉計回路はクロス伝搬光の損失が小さいクロス損失小波長帯を1つ以上有し、第2の光出力側回路を形成するマッハツェンダ光干渉計回路の少なくとも1つはクロス伝搬光の損失が前記1つ以上のクロス損失小波長帯のうち少なくとも1つの波長帯内に極大値を有するように構成されていることを特徴とする請求項5記載の広帯域波長合分波フィルタ。

【請求項 7】

基板上に、請求項1乃至請求項6の少なくとも1つの広帯域波長合分波フィルタを複数アレイ状に配設したことを特徴とする広帯域波長合分波フィルタ。

【書類名】明細書

【発明の名称】広帯域波長合分波フィルタ

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば光通信分野に用いられる広帯域波長合分波フィルタに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、インターネットは一般家庭にも普及し、ADSLやFTTHによる常時接続、メガクラスの伝送スピード、月額数千円といった高速かつ低価格なサービスが浸透し、ブロードバンドならではの大容量コンテンツ配信やビデオチャット等が普及しつつある。

【0003】

このようなブロードバンド化に向けて、ピーク時100Mbpsの高速データ通信と最大500chの多チャンネル映像配信を1心の光ファイバで同時に提供できるB-PONシステムがITU-Tにて世界標準とされた。このシステムの構成例を以下の図11に示す（例えば、非特許文献1、参照）。

【0004】

なお、同図において、通信局40は、通信用の光ファイバ45を介してお客様宅41に接続されている。図中、B-ONUはデータ系宅内装置、WDMは光カプラ、V-ONUは映像系宅内装置、NE-OSSはデータ系監視制御装置、B-OLTはデータ系所内装置、EMDXは、E t h e r 多重分離装置、V-OLTは映像系所内装置を示す。

【0005】

このシステムの大きな特徴は、新しい光波長配置により高速データ通信の送受信で使用する2つの波長に加え、さらにもう1つの光波長を重畳して、多チャンネルの映像配信を同時に視聴できる点である。通常は、送受信する高速データ通信波長は下りが1.49 μm 帯(1.48~1.50 μm)、上りが1.31 μm 帯(1.26~1.36 μm)であり、EDFAの増幅帯である1.55 μm 帯(1.55~1.56 μm)で映像の分配を行う。

【0006】

B-PONシステムでは1心の光ファイバを用いて3種類の波長の光信号を伝送するため、光合分波機能（複数波長の合波および分波）を有する波長合分波機能と、映像信号を等しい光強度で分配する機能が必要である。従来、波長合分波機能を有する光部品としては、誘電体多層膜フィルタが適用されている。波長合分波機能を有する光部品には、今後、広帯域の波長の合分波特性と、例えば25 dBを越える高アイソレーション特性とが要求されつつあり、広帯域波長光合分波フィルタの開発が望まれる。

【0007】

なお、広帯域の波長の合分波特性を有する光部品の例として、図2に示すような構成の回路が知られている（例えば非特許文献2、参照。）。

【0008】

この回路は、第1の光導波路11と該第1の光導波路11と間隔を介して並設された第2の光導波路12とにより方向性結合器6を光導波路長手方向に互いに間隔を介して形成した2つの同一のマッハツェンダ光干渉計回路13（13a, 13b）を、その接続中心点Aに対し、完全点対称に縦列接続した点対称接続光干渉計回路である。

【0009】

つまり、2つのマッハツェンダ光干渉計回路13（13a, 13b）の方向性結合器6の配列ピッチが互いに等しく形成されて、一方側のマッハツェンダ光干渉計回路13aの位相部分9は第1の光導波路11の長さが第2の光導波路12の長さより予め決められた長さ分、長く形成され、他方側のマッハツェンダ光干渉計回路13bの位相部分9は第2の光導波路12の長さが第1の光導波路11の長さより前記予め決められた長さ分、長く形成されている。

【0010】

【非特許文献1】B-PONシステムの概要 NTT-AS研 ホームページ

【非特許文献2】Jinguji, et al., "Two-port optical wavelength circuits composed of cascaded Mach-Zehnder interferometers with point-symmetrical configurations", J. Lightwave Technol., vol.14, no.10, pp.2301-2310 (1996).

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

ところで、従来、B-PONシステムに適用されてきた誘電体多層膜フィルタは、一般に広帯域の波長合分波機能を有しているものの、図12に示すように、例えば特性線aに示す透過光の透過帯域に対する、特性線bに示す反射光の非反射帯域のアイソレーションは高い(図12のA参照)が、その逆に、反射光の反射帯域に対する透過光の非透過帯域のアイソレーションが大きく劣化する(図12のB参照)ことが知られており、今後要求されつつある、高アイソレーション特性を満足することができない。

【0012】

また、誘電体多層膜フィルタは、モジュール化の際に、レンズ系を用いたマイクロオプティックス技術が適用されるため、部品コストが下がらず、低コスト化が困難である場合があった。

【0013】

さらに、図2に示したような点対称接続光干渉計回路は、広帯域の波長の合分波特性を有する構成として提案されているものの、高アイソレーション特性を得ることは難しいと考えられる。

【0014】

本発明は、上記従来の課題を解決するために成されたものであり、その目的は、広帯域の波長の合分波特性と高アイソレーション特性とが共に良好で、多チャンネル映像配信を1心の光ファイバで同時に提供できるシステムの低コスト化を図ることができる広帯域波長合分波フィルタを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上記目的を達成するために、本発明は次のような構成をもって課題を解決するための手段としている。すなわち、第1の発明は、基板上に、2つの同一のマッハツェンダ光干渉計回路を完全点対称に縦列接続した第1の点対称接続光干渉計回路を設け、該第1の点対称接続光干渉計回路を1つ以上縦列接続して光入力側回路を形成し、該光入力側回路の第1の光導波路の光入力端は複数波長光の入力部と成して該第1の光導波路の出力端はスルーポートと成し、前記光入力側回路の第2の光導波路の出力端はクロスポートと成し、前記スルーポートには前記第1の点対称接続光干渉計回路と同一機能構成の第2の点対称接続光干渉計回路を1つ以上縦列接続して成る第1の光出力側回路を接続し、前記クロスポートには、前記第1と第2の点対称接続光干渉計回路を形成するマッハツェンダ光干渉計回路と異なる長さ構成のマッハツェンダ光干渉計回路を1つ以上有する第2の光出力側回路を接続して形成されている構成をもって課題を解決する手段としている。

【0016】

また、第2の発明は、上記第1の発明の構成に加え、前記第2の光出力側回路はn段(nは2以上の整数)のマッハツェンダ光干渉計回路を有し、第1段のマッハツェンダ光干渉計回路の第2の光導波路の光出力側に第2段のマッハツェンダ光干渉計回路の第1の光導波路の光入力側が接続され、前段のマッハツェンダ光干渉計回路の第2の光導波路の光出力側に後段のマッハツェンダ光干渉計回路の第1の光導波路の光入力側が接続され、前記第1段のマッハツェンダ光干渉計回路の第1の光導波路の光入力側が前記光入力側回路のクロスポートに接続され、前記光入力側回路のスルーポートには第1の光出力側回路の第1の光導波路の光入力側が接続されている構成とした構成をもって課題を解決する手段としている。

【0017】

さらに、第3の発明は、上記第2の発明の構成に加え、前記第2の光出力側回路は、第1の点対称接続光干渉計回路と同一機能構成の第3の点対称接続光干渉計回路を有して形成した構成をもって課題を解決する手段としている。

【0018】

さらに、第4の発明は、上記第2または第3発明の構成に加え、前記光入力側回路の第1の光導波路の光入力端から入力された複数波長光のうちスルーポートから出力された光は第1の光出力側回路の第1の光導波路を通してその光出力側から出力され、前記複数波長光のうち光入力側回路のクロスポートから出力された光は第2の光出力側回路を形成するn段接続の回路のうち、第1段の回路の第1の光導波路から入力されて最後段の回路の第2の光導波路の光出力側から出力される構成とした構成をもって課題を解決する手段としている。

【0019】

さらに、第5の発明は、上記第1乃至第4のいずれか1つの構成に加え、前記第1の光導波路と第2の光導波路のうち一方側の光導波路から入力されて該光導波路から出力される光をスルー伝搬光とし、前記一方側の光導波路から入力されて他方側から出力される光をクロス伝搬光としたとき、点対称接続光干渉計回路はスルー伝搬光の損失が小さいスルー損失小波長帯を1つ以上有し、第2の光出力側回路を形成するマッハツェンダ光干渉計回路の少なくとも1つはクロス伝搬光の損失が前記1つ以上のスルー損失小波長帯のうち少なくとも1つの波長帯内に極大値を有するように構成されていることを特徴とする。

【0020】

さらに、第6の発明は、上記第5の発明の構成に加え、前記点対称接続光干渉計回路はクロス伝搬光の損失が小さいクロス損失小波長帯を1つ以上有し、第2の光出力側回路を形成するマッハツェンダ光干渉計回路の少なくとも1つはクロス伝搬光の損失が前記1つ以上のクロス損失小波長帯のうち少なくとも1つの波長帯内に極大値を有するように構成されている構成をもって課題を解決する手段としている。

【0021】

さらに、第7の発明は、上記第1乃至第6の発明のうち少なくとも1つの広帯域波長合分波フィルタを複数アレイ状に配設した構成をもって課題を解決する手段としている。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、基板上に光導波路の回路を形成して広帯域波長合分波フィルタを形成することにより、以下のような回路構成によって、容易に設計通りの波長特性を有する広帯域波長合分波フィルタを形成することができる。

【0023】

つまり、本発明における光導波路の回路は、2つの同一のマッハツェンダ光干渉計回路を完全点対称に縦列接続した第1の点対称接続光干渉計回路を有しており、この点対称接続光干渉計回路は、例えば前記非特許文献2等にも示されているように、広帯域の波長の合分波特性を有する。

【0024】

そして、この点対称接続光干渉計回路を1つ以上縦列接続して光入力側回路を形成し、該光入力側回路の第1の光導波路の光入力端は複数波長光の入力部と成すことにより、光入力側回路によって、広帯域の複数波長の光を的確に分波して、光入力側回路を形成する第1の光導波路の出力側と第2の光導波路の出力側からそれぞれ出力することができる。

【0025】

なお、本発明者は、点対称接続光干渉計回路を複数縦列接続すると、クロス伝搬光（第1の光導波路と第2の光導波路のうち一方側の光導波路から入力されて他方側の光導波路から出力される光）の通過波長帯（透過波長帯）に対するスルー伝搬光（第1の光導波路と第2の光導波路のうち一方側の光導波路から入力されて該光導波路から出力される光）の通過波長帯（透過波長帯）のアイソレーション特性を向上できることを、シミュレーション等による検討によって明らかにしている。

【0026】

したがって、本発明によれば、光入力側回路の第1の光導波路の出力端はスルーポートと成して、該スルーポートに前記点対称接続光干渉計回路と同一機能構成の点対称接続光干渉計回路を1つ以上縦列接続して成る第1の光出力側回路を接続することにより、広帯域の波長の分波機能を維持したまま、さらに、クロス伝搬光の通過波長帯に対するスルー伝搬光のアイソレーションを高くすることができる。

【0027】

また、本発明によれば、前記光入力側回路の第2の光導波路の出力端はクロスポートと成して、該クロスポートには、前記点対称接続光干渉計回路を形成するマッハツェンダ光干渉計回路と異なる長さ構成のマッハツェンダ光干渉計回路を1つ以上有する第2の光出力側回路を接続することにより、第2の光出力側回路を形成するマッハツェンダ光干渉計回路の構成により生じる特性によって、スルー伝搬光の通過波長帯に対するクロス伝搬光のアイソレーションを高くすることができる。

【0028】

なお、マッハツェンダ光干渉計回路の接続により形成されている本発明の光入力側回路、第1、第2の光出力側回路は、いずれも、光の入力方向を逆にするることにより、上記分波とは逆に合波機能を果たすことができる。

【0029】

したがって、本発明によれば、広帯域の波長光を低損失で合分波でき、かつ、高アイソレーション特性が良好な広帯域波長合分波フィルタを実現でき、それにより、多チャンネル映像配信を1心の光ファイバで同時に提供できるシステムの低コスト化を図ることができる。

【0030】

また、本発明において、第2の光出力側回路は n 段（ n は2以上の整数）のマッハツェンダ光干渉計回路を有して、前段のマッハツェンダ光干渉計回路の第2の光導波路の光出力側に後段のマッハツェンダ光干渉計回路の第1の光導波路の光入力側が接続されている構成や、第2の光出力側回路は第1の点対称接続光干渉計回路と同一機能構成の第3の点対称接続光干渉計回路を有して形成した構成によれば、第2の光出力側回路を上記のように n 段接続の回路により構成することにより、上記効果を奏する広帯域波長合分波フィルタを的確に形成できる。

【0031】

そして、上記 n 段接続の回路を有して、複数波長光のうち光入力側回路のクロスポートから出力された光が、第2の光出力側回路を形成する n 段接続の回路のうち、第1段の回路の第1の光導波路から入力されて最後段の回路の第2の光導波路の光出力側から出力される構成とすることにより、光入力側回路のクロスポートから出力される光が、第2の光出力側回路を形成するマッハツェンダ光干渉計回路等を、第1の光導波路から入力されて第2の光導波路から出力する（クロス伝搬する）動作を1回以上繰り返して出力するようにすることができる。

【0032】

したがって、第2の光出力側回路を形成する各マッハツェンダ光干渉計回路等の構成によるクロス伝搬光の通過波長帯特性設定によって、より一層確実に、光入力側回路のスルー伝搬光に対するクロス伝搬光のアイソレーションを高くことができ、上記効果を発揮できる。

【0033】

さらに、本発明において、点対称接続光干渉計回路はスルー伝搬光の損失が小さいスルー損失小波長帯を1つ以上有し、第2の光出力側回路を形成するマッハツェンダ光干渉計回路はクロス伝搬光の損失が前記1つ以上のスルー損失小波長帯のうち少なくとも1つの波長帯内に極大値を有する構成によれば、第2の光出力側回路を形成するマッハツェンダ光干渉計回路の構成によって、前記スルー損失小波長帯におけるクロス伝搬光の損失を大きくできるので、広帯域波長合分波フィルタのスルー伝搬光の通過波長帯に対するクロス

伝搬光のアイソレーション特性をさらにより一層確実に高めることができる。

【0034】

さらに、本発明において、点対称接続光干渉計回路はクロス伝搬光の損失が小さいクロス損失小波長帯を1つ以上有し、第2の光出力側回路を形成するマッハツェンダ光干渉計回路の少なくとも1つはクロス伝搬光の損失が前記1つ以上のクロス損失小波長帯のうち少なくとも1つの波長帯内に極大値を有する構成によれば、前記マッハツェンダ光干渉計回路によって、点対称接続光干渉計回路のクロス損失小波長帯内の損失を大きくできるの
で、広帯域波長合分波フィルタのスルー伝搬光の通過波長帯に対するクロス伝搬光のアイソレーション特性を、さらにまた、より一層確実に高めることができる。

【0035】

さらに、本発明において、基板上に、上記構成のうちの少なくとも1つの広帯域波長合分波フィルタを複数アレイ状に配設した構成によれば、上記優れた効果を発揮できる広帯域波長合分波フィルタを複数配設することにより、より多くの波長の光の合分波を高アイソレーションで的確に行える広帯域波長合分波フィルタを実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0036】**

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照して説明する。なお、本実施形態例の説明において、従来例と同一名称部分には同一符号を付し、その重複説明は省略または簡略化する。

【0037】

図1には、本発明に係る広帯域波長合分波フィルタの第1実施形態例が示されている。本実施形態例の広帯域波長合分波フィルタは、基板15上に、同図に示すような光導波路の回路を形成して成り、この回路は、光入力側回路1と、第1の光入力側回路2と、第2の光出力側回路3とを有している。

【0038】

光入力側回路1は、第1の光導波路11と該第1の光導波路11と間隔を介して並設された第2の光導波路12とにより方向性結合器6を光導波路長手方向に互いに間隔を介して形成したマッハツェンダ光干渉計回路13（13a, 13b）を2つ直列接続した接続回路を有している。

【0039】

この接続回路は、図2に示した回路であり、本実施形態例の第1の点対称接続光干渉計回路5としている。この回路において、2つのマッハツェンダ光干渉計回路13（13a, 13b）の方向性結合器6の配列ピッチが互いに等しく形成されて、一方側のマッハツェンダ光干渉計回路13aの位相部分9は第1の光導波路11の長さが第2の光導波路12の長さより設定長さ（ここでは ΔLc ）分長く形成され、他方側のマッハツェンダ光干渉計回路13bの位相部分9は第2の光導波路12の長さが第1の光導波路11の長さより前記設定長さ（ここでは ΔLc ）分長く形成されている。

【0040】

なお、上記設定長さ ΔLc は、第1の点対称接続光干渉計回路5を形成するマッハツェンダ光干渉計回路13a, 13bを含め、以下に説明するそれぞれのマッハツェンダ光干渉計回路13において適宜設定されるものである。

【0041】

また、図1に示すように、光入力側回路1の第1の光導波路11の光入力端17は複数波長光の入力部と成している。この入力部（IN port）に対し、入力部（光入力端17）が形成されている第1の光導波路11の出力端はスルーポート（Through port）18と成し、光入力側回路1の光入力部が形成されてない第2の光導波路12の出力端はクロスポート（Cross port）19と成している。

【0042】

光入力側回路1のスルーポート18には前記第1の光出力側回路2が接続されている。該第1の光出力側回路2は、前記第1の点対称接続光干渉計回路5と同一機能構成の第2

の点対称接続光干渉計回路 7 により形成されている。

【0043】

一方、光入力側回路 1 のクロスポート 19 には前記第 2 の光出力側回路 3 が接続されている。該第 2 の光出力側回路 3 は、前記第 1 と第 2 の点対称接続光干渉計回路 5, 7 を形成するマッハツェンダ光干渉計回路 13 (13a, 13b) とは異なる長さ構成のマッハツェンダ光干渉計回路 13 (13c, 13d) を有している。マッハツェンダ光干渉計回路 13c, 13d は、マッハツェンダ光干渉計回路 13a, 13b と長さ構成が異なることにより波長合分波特性を異にしている。

【0044】

これらのマッハツェンダ光干渉計回路 13c, 13d は、n 段 (n は 2 以上の整数であり、この例では n = 2) に接続されており、第 1 段のマッハツェンダ光干渉計回路 13c の第 2 の光導波路 12 の光出力側に第 2 段のマッハツェンダ光干渉計回路 13d の第 1 の光導波路 11 の光入力側が接続されている。そして、前記第 1 段のマッハツェンダ光干渉計回路 13c の第 1 の光導波路 11 の入力側が前記光入力側回路 1 のクロスポート 19 に接続されている。

【0045】

そして、前記光入力側回路 1 の第 1 の光導波路 11 の光入力端 17 から入力された複数波長光のうち、前記クロスポート 19 から出力された光は、前記第 2 の光出力側回路 3 の第 1 段のマッハツェンダ光干渉計回路 13c の第 1 の光導波路 11 から入力されて最後段 (ここでは第 2 段) のマッハツェンダ光干渉計回路 13d の第 2 の光導波路 12 の光出力側 (クロスポート 31) から出力される構成と成している。

【0046】

また、前記光入力側回路 1 のスルーポート 18 には第 1 の光出力側回路 2 の第 1 の光導波路 11 が接続されており、前記光入力側回路 1 の第 1 の光導波路 11 の光入力端 17 から入力された複数波長光のうち、前記スルーポート 18 から出力された光は、前記第 1 の光出力側回路 2 の前記第 1 の光導波路 11 を通ってその光出力側 (スルーポート 28) から出力される構成と成している。

【0047】

ところで、マッハツェンダ光干渉計回路 13 を有するような波長合分波回路において、第 1 の光導波路と第 2 の光導波路のうち一方側の光導波路から入力されて該光導波路から出力される光をスルー伝搬光といい、前記一方側の光導波路から入力されて他方側から出力される光をクロス伝搬光という。例えば、第 1 の光導波路 11 の光入力側から入力されて該第 1 の光導波路 11 の光出力側から出力される光はスルー伝搬光、前記第 1 の光導波路 11 の光入力側から入力されて第 2 の光導波路 12 の光出力側から出力される光はクロス伝搬光という。

【0048】

第 1 の点対称接続光干渉計回路 5 において、クロスポート 19 から出力される光 (つまり、クロス伝搬光) の透過率 T_{CR} は、以下の式 (数 1)、(数 2)、(数 3) で与えられる。

【0049】

【数 1】

$$T_{CR} = 4C(1 - C)$$

【0050】

【数 2】

$$C = 4\kappa(1 - \kappa)\cos^2\left(\frac{\Delta\psi}{2}\right)$$

【0051】

【数3】

$$\Delta\psi = \frac{2\pi}{\lambda} n_{\text{eff}} \Delta L_c$$

【0052】

ここで、 ΔL_c は、それぞれのマッハツェンダ光干渉計回路13の位相部分9における光路長差、Kは方向性結合器6の結合効率、 n_{eff} はコア（光導波路）の等価屈折率、 λ は波長である。

【0053】

例えば、波長1.31 μm 帯、1.49 μm 帯、1.55 μm 帯の光を第1の点対称接続光干渉計回路5の光入力端17から入力し、そのうち、スルーポート18から波長1.31 μm 帯、1.49 μm 帯の光信号を、クロスポート19から波長1.55 μm 帯の光信号を取り出すものとする。なお、これらの波長帯は、図11に示したような、B-PONシステムで現在用いられている波長帯である。

【0054】

この場合、上記3つの波長帯のうち、2つの波長帯のそれぞれの中心波長に対し、 $C=0$ とすると、これらの波長に対しては $T_{\text{CR}}=0$ となるので、これらの波長の光がスルーポート18から出力される光透過率は $1-T_{\text{CR}}=1$ となり、指定した2波長がスルーポート18より取り出せる。

【0055】

ここで、2つの波長に対し、 $C=0$ とするために、(数2)の、 $\cos^2(\Delta\psi/2)=0$ となるようにする。例えば、波長1.31 μm で $\Delta\psi/2=(2m+3)\pi$ 、かつ、波長1.49 μm で $(2m+1)\pi$ を満たすように ΔL_c を決定する。

【0056】

次に、波長1.55 μm で $T_{\text{CR}}=1$ とし、かつ、クロスポート19を広帯域にするため、この波長1.55 μm に対し、 C を約0.5とする。これを満たすように、方向性結合器6のKを数値計算により決定する。

【0057】

最後に、波長1.31 μm 帯がもつとも透過帯域が広いこと、その中心波長である1.31 μm でKを約0、もしくは1（100%）、とすることにより広帯域化を行う。

【0058】

この条件のもと、例えば比屈折率差 $\Delta=0.45\%$ 、 $7.5\times 7.5\mu\text{m}$ の石英系光導波回路を作製した場合、上記の手順により求められる解は、 $\Delta L_c=7.71\mu\text{m}$ 、波長1.31 μm での方向性結合器の結合効率Kは約0、もしくは1、波長1.55 μm での方向性結合器の結合効率Kは約0.77となる。

【0059】

上記条件を満たす方向性結合器6は何種類かあるが、一般に、その結合部長の短い方が作製誤差は少ないことがわかっているため、図3に示すような方向性結合器6の結合部長を短く決定することが好ましい。

【0060】

つまり、上記条件を満たす方向性結合器6の結合部長の例として、924 μm と2184 μm とがあり、例えば図4の(a)、(b)に示すように、方向性結合器6の結合部長を924 μm としても（図4の(a)）、方向性結合器6の結合部長を2184 μm としても（図4の(b)）、上記条件を満たすことになるが、この場合、方向性結合器の結合部長を924 μm とするほうが、作製誤差が小さいと予測されるので好ましい。

【0061】

そこで、本実施形態例では、第1の点対称接続光干渉計回路5は、方向性結合器6の結合部長を924 μm に形成しており、図4の(a)の波長特性より、波長1.31 μm で方向

性結合器6の結合効率Kを約1とし、かつ、結合効率Kの波長 $1.55\mu\text{m}$ に対する微分係数 $dK/d\lambda < 0$ を満たすようにしている。

【0062】

上記の議論により、点対称接続光干渉計回路は、広帯域波長合分波機能を発揮できるものであり、上記検討に基づき本実施形態例に適用している第1の点対称接続光干渉計回路5および、第1の点対称接続光干渉計回路5と同一機能構成を有する第2の点対称接続光干渉計回路7は、スルー伝搬光の通過波長帯特性（光透過特性）が図5の特性線aに示すような特性となる。

【0063】

また、この特性線aから明らかなように、例えば $1.31\mu\text{m}$ 帯($1.26\sim 1.36\mu\text{m}$)と $1.49\mu\text{m}$ 帯($1.48\sim 1.50\mu\text{m}$)においてスルー伝搬光の損失が小さくなっており、つまり、点対称接続光干渉計回路5、7は、スルー伝搬光の損失が小さいスルー損失小波長帯（言い換えればスルー伝搬波長）を1つ以上有している。

【0064】

また、第1、第2の点対称接続光干渉計回路5、7のクロス伝搬光の通過波長帯特性（光透過特性）が図5の特性線bに示すようになり、点対称接続光干渉計回路5、7は、 $1.55\mu\text{m}$ 帯($1.55\sim 1.56\mu\text{m}$)を含め、クロス伝搬光の損失が小さいスルー損失小波長帯（言い換えればクロス伝搬波長）を1つ以上有している。なお、これら特性線a、bは、シミュレーションにより求めたものである。

【0065】

したがって、第1の点対称接続光干渉計回路5（つまり、本実施形態例における光入力側回路1）の光入力端（複数波長光の光入力端17）から、例えば、波長 $1.31\mu\text{m}$ 帯、 $1.49\mu\text{m}$ 帯、 $1.55\mu\text{m}$ 帯の光を入力すると、波長 $1.31\mu\text{m}$ 帯、 $1.49\mu\text{m}$ 帯の光は、スルーポート18から低損失で出力することができ、波長 $1.55\mu\text{m}$ 帯の光は、クロスポート19から低損失で出力できることになる。

【0066】

なお、上記と逆に、スルーポート18から波長 $1.31\mu\text{m}$ 帯、 $1.49\mu\text{m}$ 帯を、クロスポート19から波長 $1.55\mu\text{m}$ 帯の光を入力した場合は、上記と逆の経路を通して、これらの波長帯の光が合波されて光入力端から低損失で出力される。

【0067】

しかしながら、図5の特性線a、bから明らかなように、波長 $1.31\mu\text{m}$ 帯($1.26\sim 1.36\mu\text{m}$)、 $1.49\mu\text{m}$ 帯($1.48\sim 1.50\mu\text{m}$)、 $1.55\mu\text{m}$ 帯($1.55\sim 1.56\mu\text{m}$)のそれぞれにおいて、帯域で見た場合、アイソレーションは15dB程度であり、このままではアイソレーションが十分に高いとは言い難い。

【0068】

そこで、本実施形態例では、光入力側回路1を形成する第1の点対称接続光干渉計回路5のスルーポート18に、第1の点対称接続光干渉計回路5と同一機能構成を有する第2の点対称接続光干渉計回路7の第1の光導波路11を接続し、前記第1の点対称接続光干渉計回路5のスルーポート18から出力されるスルー伝搬光を、第2の点対称接続光干渉計回路7の第1の光導波路11を通してその出力端であるスルーポート28から出力させることにしている。

【0069】

図6の特性線aに、光入力側回路1の光入力端17から入力されて、第1の光出力側回路2のスルーポート28から出力される光（本実施形態例の広帯域波長合分波フィルタのスルー伝搬光）の光透過特性例を示す。また、図6の特性線a'は、第1の点対称接続光干渉計回路5から成る光入力側回路1のスルー伝搬光の光透過特性を示す。なお、図6の各特性線はシミュレーションにより求めた。

【0070】

これらの特性線a、a'からも明らかなように、第1の点対称接続光干渉計回路5から成る光入力側回路1のスルーポート18に、第1の点対称接続光干渉計回路5と同一機能

構成の第2の点対称接続光干渉計回路6から成る第1の光出力側回路2を接続することにより、広帯域の波長の分波機能を維持したまま、スルー伝搬光の損失大の波長領域（波長1.55 μ m帯）の損失をより大きくできる。

【0071】

このスルー伝搬光の損失大の波長領域である1.55 μ m帯は、本実施形態例の広帯域波長合分波フィルタのクロス伝搬光の通過波長帯であり、つまり、上記第1、第2の点対称接続光干渉計回路5、7の接続構成により、クロス伝搬光の通過波長帯に対するスルー伝搬光のアイソレーションを高くすることができる。

【0072】

また、クロス伝搬光の通過波長帯である波長1.55 μ m帯は、帯域は狭いが、広い波長帯域において高アイソレーション特性が要求されるため、第1、第2の点対称接続光干渉計回路5、7を構成するマッハツェンダ光干渉計回路13a、13bと異なる長さ構成の（この長さ構成によって異なる特性を有する）マッハツェンダ光干渉計回路13c、13dを多段接続して第2の光出力側回路とし、光入力側回路1を形成する第1の点対称接続光干渉計回路5のクロスポート19に接続した。

【0073】

上記マッハツェンダ光干渉計回路13c、13dの少なくとも1つ（ここでは両方）は、そのクロス伝搬光の損失が、前記点対称接続光干渉計回路5における前記スルー損失小波長帯のうち、少なくとも1つの波長帯内に極大値を有するように構成されている。

【0074】

具体的には、第1段のマッハツェンダ光干渉計回路13cは、クロス伝搬光の光透過特性が図7の特性線b'に示すようになり、前記スルー損失小波長帯である波長1.49 μ m帯（1.48~1.50 μ m）内と波長1.31 μ m帯（1.26~1.36 μ m）とに損失の極大値を有する。なお、図7の特性線はシミュレーションにより求めている。

【0075】

また、第2段のマッハツェンダ光干渉計回路13dは、クロス伝搬光の光透過特性が図7の特性線b''に示すようになり、前記スルー損失小波長帯の1つである波長1.31 μ m帯（1.26~1.36 μ m）内に損失の極大値を有し、マッハツェンダ光干渉計回路13dは、この極大値近傍の損失値が大きい。

【0076】

さらに、図7の特性線Bに示すように、点対称接続光干渉計回路5は、前記の如く、クロス伝搬光の損失が小さいクロス損失小波長帯を1つ以上有しており、マッハツェンダ光干渉計回路13dのクロス伝搬光の損失の極大値がある波長1.27 μ m付近は、点対称接続光干渉計回路5のクロス損失小波長帯の1つの波長帯内である。言い換えれば、マッハツェンダ光干渉計回路13dのクロス伝搬光の損失は、点対称接続光干渉計回路5のクロス損失小波長帯のうち少なくとも1つの波長帯内に極大値を有するように構成されている。

【0077】

これらのマッハツェンダ光干渉計回路13c、13dを設けて第2の光出力側回路3を形成することにより、以下の効果を奏する。つまり、マッハツェンダ光干渉計回路13c、13dのクロス伝搬光が共に波長1.49 μ m帯内に損失の極大値を有することから、本実施形態例の広帯域波長合分波フィルタは、図7の特性線bに示すように、波長1.49 μ m帯におけるクロス伝搬光の損失が25dBを越える値となる。すなわち、本実施形態例の広帯域波長合分波フィルタは、波長1.49 μ m帯において、スルー伝搬光に対するクロス伝搬光の高アイソレーション特性を有することができる。

【0078】

また、波長1.31 μ m帯において、第1の点対称接続光干渉計回路5のクロス伝搬光の損失は小さいので、第1の点対称接続光干渉計回路5のみでは波長1.31 μ m帯におけるスルー伝搬光に対するクロス伝搬光のアイソレーションを高くすることができないが、マッハツェンダ光干渉計回路13c、13dの接続により、波長1.31 μ m帯におけるスルー伝搬

光に対するクロス伝搬光のアイソレーションを高くすることができる。

【0079】

つまり、マッハツェンダ光干渉計回路 13c, 13d のクロス伝搬光が共に波長 1.31 μm 帯内に損失の極大値を有し、特に第 2 段のマッハツェンダ光干渉計回路 13d は、点対称接続光干渉計回路 5 のクロス損失が小さい 1.27 μm 付近に損失の極大値を有することから、本実施形態例の広帯域波長合分波フィルタは、波長 1.31 μm 帯におけるクロス伝搬光の損失を、25 dB を越える値とすることができる。

【0080】

(実施例 1)

上記第 1 実施形態例の実施例として、以下のようにして広帯域波長合分波フィルタを作製した。つまり、まず、火炎加水分解堆積法を用いてシリコン基板上に石英系ガラスのアンダークラッド膜と TiO_2 ドープのコア膜を形成した。このとき、コアのクラッドに対する比屈折率差 $\Delta=0.4\%$ とし、コア膜厚を 7.5 μm とした。

【0081】

続いて、上記図 1 で示した広帯域波長合分波フィルタの回路が描かれたフォトマスクを介してフォトリソグラフィ、反応性イオンエッチング法にてコアに光回路パターンを転写した。その後、再度、火炎加水分解堆積法を用いて石英系ガラスのオーバークラッド膜を形成し、図 1 の回路構成をコアの光導波路により形成した広帯域波長合分波フィルタを作製した。

【0082】

なお、光導波回路を形成するコアの幅は 7.5 μm とした。点対称接続光干渉計回路 5, 7 は、方向性結合器の $\Delta L_c=7.71 \mu\text{m}$ 、方向性結合器 6 のピッチ（図 3 に示すように、第 1 の光導波路 11 の中心と第 2 の光導波路 12 の中心との距離）は、11.1 μm 、方向性結合器の結合部長は、924 μm とした。

【0083】

また、マッハツェンダ光干渉計回路 13c は、方向性結合器の $\Delta L_c=11.82 \mu\text{m}$ 、方向性結合器 6 のピッチ（図 3 に示すように、第 1 の光導波路 11 の中心と第 2 の光導波路 12 の中心との距離）は、11.1 μm 、方向性結合器の結合部長は、167 μm とした。

【0084】

マッハツェンダ光干渉計回路 13d は、方向性結合器の $\Delta L_c=2.18 \mu\text{m}$ 、方向性結合器 6 のピッチ（図 3 に示すように、第 1 の光導波路 11 の中心と第 2 の光導波路 12 の中心との距離）は、11.1 μm 、方向性結合器の結合部長は、167 μm とした。

【0085】

この実施例 1 の広帯域波長合分波フィルタの特性は、図 8 の特性線 a、b に示すようになった。なお、特性線 a は、スルー伝搬光の特性、つまり、光入力端 17 から入力されてスルーポート 28 から出力される光の特性の実測値であり、特性線 b は、クロス伝搬光の特性、つまり、光入力端 17 から入力されてクロスポート 31 から出力される光の特性の実測値である。

【0086】

これらの特性線 a、b から明らかなように、波長 1.31 μm 帯 (1.26~1.36 μm) における挿入損失は約 2.5 dB、アイソレーション > 27 dB、波長 1.49 μm 帯 (1.48~1.50 μm) における挿入損失は約 1.5 dB、アイソレーション > 25 dB、波長 1.55 μm 帯 (1.55~1.56 μm) における挿入損失は 1.5 dB、アイソレーション > 25 dB となった。

【0087】

これらの結果から明らかなように、この実施例は、ほぼ設計値通りの特性を示しており、設計の妥当性が示され、本発明の有効性が示された。

【0088】

次に、本発明に係る広帯域波長合分波フィルタの第 2 実施形態例について説明する。第 2 実施形態例は、図 9 に示す回路構成を有しており、上記第 1 実施形態例とほぼ同様に構成されている。第 2 実施形態例が上記第 1 実施形態例と異なる特徴的なことは、第 2 の光

出力側回路 3 が第 1 段のマッハツェンダ光干渉計回路 13c の代わりに、第 1 の点対称接続光干渉計回路 5 と同一機能構成の第 3 の点対称接続光干渉計回路 8 として形成したものである。

【0089】

なお、マッハツェンダ光干渉計回路 13d は、波長 $1.31\mu\text{m}$ 帯でクロス伝搬光の損失の極大値を有するように形成されている。

【0090】

(実施例 2)

上記第 2 実施形態例の実施例として、上記実施例 1 と同様の方法により、広帯域波長合分波フィルタを形成した。なお、実施例 2 においては、コアのクラッドに対する比屈折率差 $\Delta=0.3\%$ とし、コア膜厚を $8.0\mu\text{m}$ とし、コアの光回路パターンは、図 9 に示すパターンを転写して形成した。

【0091】

なお、光導波回路を形成するコアの幅は $8.0\mu\text{m}$ とした。点対称接続光干渉計回路 5, 7, 8 は、方向性結合器の $\Delta L_c=10.81\mu\text{m}$ 、方向性結合器 6 のピッチは、 $11.6\mu\text{m}$ 、方向性結合器の結合部長は、 $810\mu\text{m}$ とした。

【0092】

また、マッハツェンダ光干渉計回路 13d は、方向性結合器の $\Delta L_c=11.82\mu\text{m}$ 、方向性結合器 6 のピッチは、 $12.0\mu\text{m}$ 、方向性結合器の結合部長は、 $30\mu\text{m}$ とした。

【0093】

この実施例 2 の広帯域波長合分波フィルタの特性は、図 10 の特性線 a、b に示すようになった。なお、特性線 a は、スルー伝搬光の特性、つまり、光入力端 17 から入力されてスルーポート 28 から出力される光の特性の実測値であり、特性線 b は、クロス伝搬光の特性、つまり、光入力端 17 から入力されてクロスポート 31 から出力される光の特性の実測値である。

【0094】

これらの特性線 a、b から明らかなように、波長 $1.31\mu\text{m}$ 帯 ($1.26\sim 1.36\mu\text{m}$) における挿入損失は約 1.5dB 、アイソレーション $>40\text{dB}$ 、波長 $1.49\mu\text{m}$ 帯 ($1.48\sim 1.50\mu\text{m}$) における挿入損失は約 1.5dB 、アイソレーション $>30\text{dB}$ 、挿入損失は 1.5dB 、波長 $1.55\mu\text{m}$ 帯 ($1.55\sim 1.56\mu\text{m}$) におけるアイソレーション $>30\text{dB}$ となった。この第 2 実施例も、ほぼ設計通りの特性を有するものとなり、設計の妥当性が示され、本発明の有効性が示された。

【0095】

なお、本発明は上記各実施形態例に限定されることはなく、様々な実施の態様を採り得る。例えば上記実施例 1、2 では、コアのクラッドに対する比屈折率差 Δ を 0.45% としたり、 0.3% としたりしたが、上記比屈折率差 Δ は例えば 0.80% としてもよい。

【0096】

また、マッハツェンダ光干渉計回路 13 の方向性結合器 6 の結合部長やピッチ等も特に限定されるものでなく適宜設定されるものであり、要求される波長合分波特性に対応させて適宜形成すればよい。

【0097】

さらに、上記各実施形態例では、光入力側回路 1、第 1 の光出力側回路 2 は、それぞれ、1 つの点対称接続光干渉計回路 5、7 を有する構成としたが、光入力側回路 1 と第 1 の光出力側回路 2 の少なくとも一方を、2 つ以上の点対称接続光干渉計回路を縦列接続して形成した回路としてもよい。

【0098】

さらに、第 2 の光出力側回路 3 は、上記第 1 実施形態例では 2 段のマッハツェンダ光干渉計回路 13c, 13d を有し、上記第 2 実施形態例では 1 段の点対称接続光干渉計回路 8 と、その後段に接続したマッハツェンダ光干渉計回路 13d を有する構成としたが、第 2 の光出力側回路 3 を形成するマッハツェンダ光干渉計回路 13 の段数や点対称接続光干

渉計回路 8 の段数は特に限定されるものでなく適宜設定されるものである。

【0099】

さらに、上記各実施形態例では、1つの光入力端 17 と 2つの光出力端を有する広帯域波長合分波フィルタとしたが、本発明の広帯域波長合分波フィルタは、上記各実施形態例に示したような、1つの光入力端 17 と 2つの光出力端を有する広帯域波長合分波フィルタの回路を複数アレイ状に配設し、複数の光入力端 17 と、該光入力端 17 の数に対応させた数の光出力端を有する構成としてもよい。

【0100】

さらに、上記説明は、1つの光入力端 17 から入力される複数波長の光を分波してスルーポート 28 とクロスポート 31 からそれぞれ出力する例について述べたが、上記と逆に、第 1 の光出力側回路 2 のスルーポート 28 と第 2 の光出力側回路 3 のクロスポート 31 からそれぞれ異なる波長帯の光を入力し、上記説明と逆の経路を通して、光入力側回路の第 1 の光導波路の光入力端を複数波長光の出力部と成すこともできる。

【図面の簡単な説明】

【0101】

【図 1】本発明に係る広帯域波長合分波フィルタの第 1 実施形態例の回路構成を模式的に示す要部構成図である。

【図 2】点対称接続光干渉計回路の回路構成を模式的に示す説明図である。

【図 3】方向性結合器の構成例を模式的に示す説明図である。

【図 4】第 1 実施形態例に適用され得る点対称接続光干渉計回路の特性シミュレーション結果例を示すグラフである。

【図 5】第 1 実施形態例に適用される点対称接続光干渉計回路のスルーポートとクロスポートからそれぞれ出力される光透過特性シミュレーション結果を示すグラフである。

【図 6】第 1 実施形態例の広帯域波長光合分波器フィルタのスルー伝搬光の光透過特性を 1つの点対称接続光干渉計回路のスルー伝搬光と比較して示すグラフである。

【図 7】第 1 実施形態例の広帯域波長光合分波器フィルタのクロス伝搬光の光透過特性を、第 1 実施形態例に適用されている点対称接続光干渉計回路、マッハツェンダ光干渉計回路の各クロス伝搬光と比較して示すグラフである。

【図 8】第 1 実施形態例の実施例の広帯域波長光合分波器フィルタのスルー伝搬光とクロス伝搬光の光透過特性を示すグラフである。

【図 9】本発明に係る広帯域波長合分波フィルタの第 2 実施形態例の回路構成を模式的に示す要部構成図である。

【図 10】第 2 実施形態例の実施例の広帯域波長光合分波器フィルタのスルー伝搬光とクロス伝搬光の光透過特性を示すグラフである。

【図 11】従来の B-PON システムの構成例を示す説明図である。

【図 12】誘電体多層膜フィルタの光透過特性と光反射特性の例を示すグラフである。

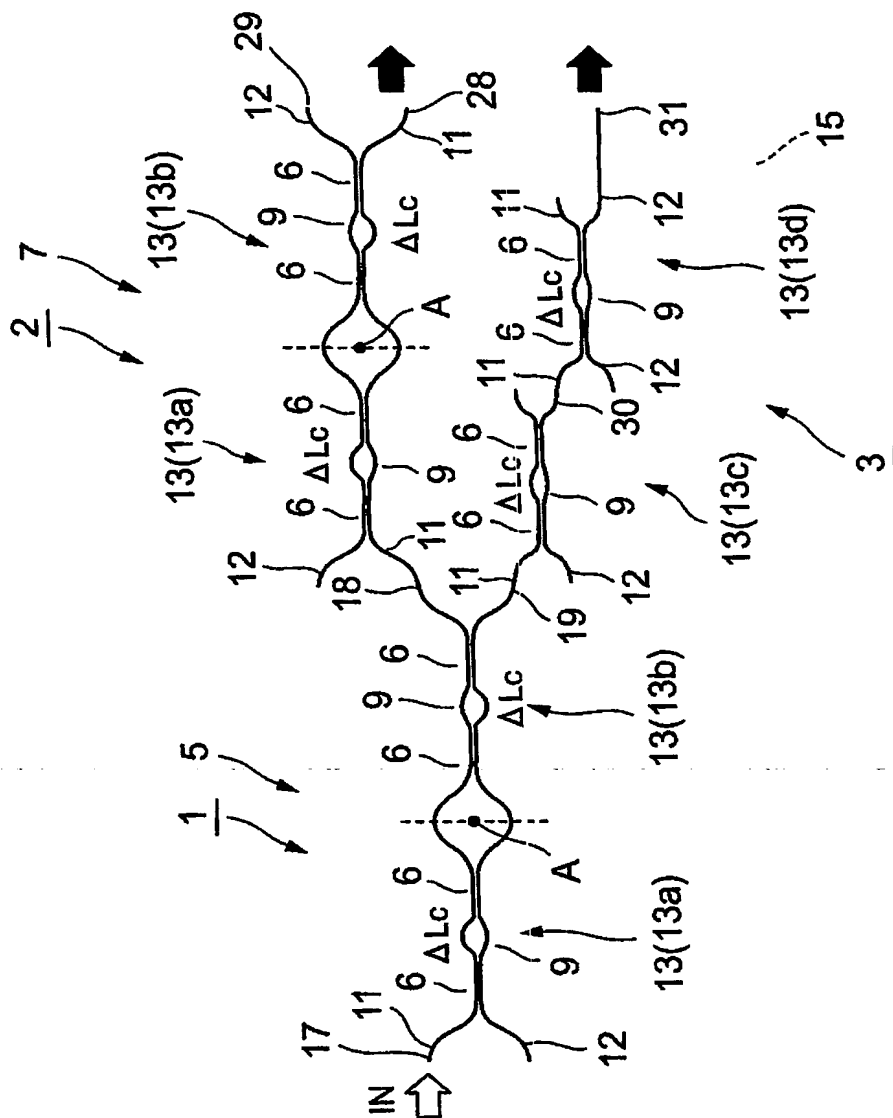
【符号の説明】

【0102】

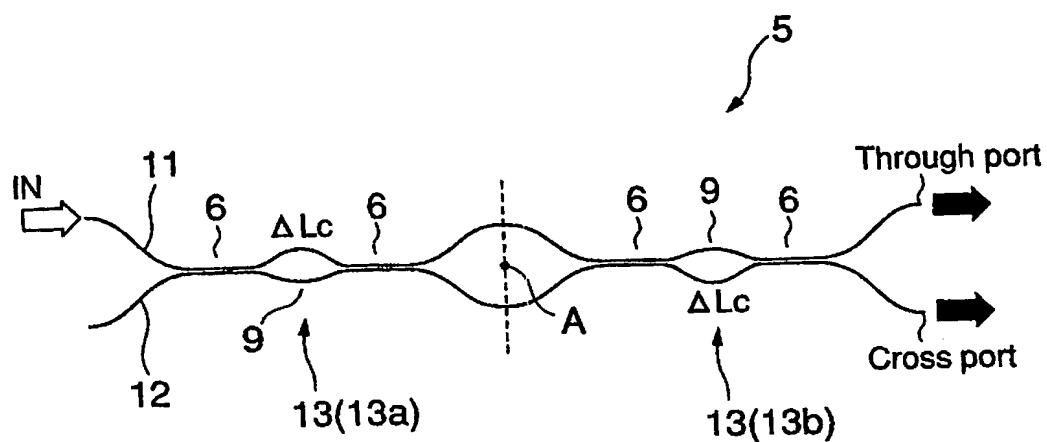
- 1 光入力側回路
- 2 第 1 の光出力側回路
- 3 第 2 の光出力側回路
- 5 第 1 の点対称接続光干渉計回路
- 6 方向性結合器
- 7 第 2 の点対称接続光干渉計回路
- 8 第 3 の点対称接続光干渉計回路
- 9 位相部分
- 11 第 1 の光導波路
- 12 第 2 の光導波路

- 13, 13a, 13b, 13c, 13d マツハツェンダ光干渉計回路
- 15 基板
- 17 光入力端
- 18 スルーポート
- 19 クロスポート

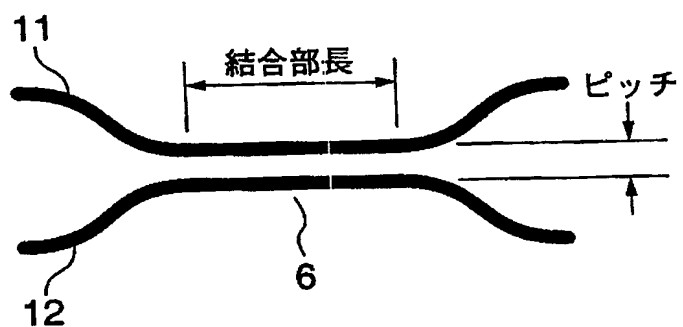
【書類名】 図面
【図1】



【図 2】

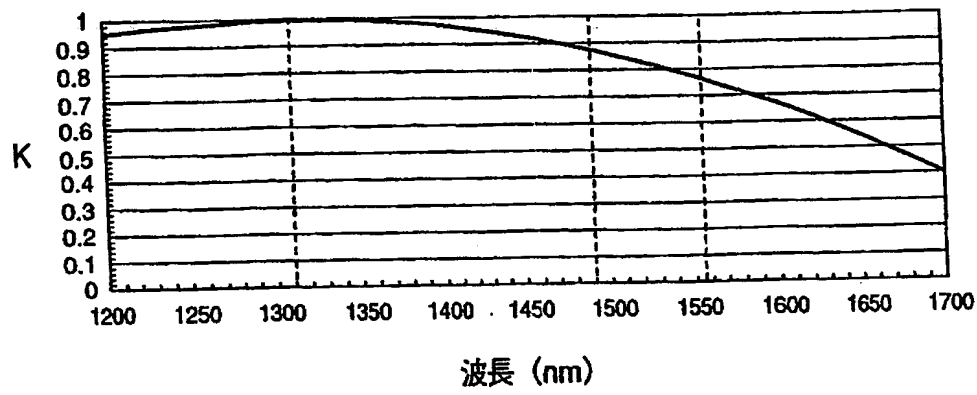


【図 3】

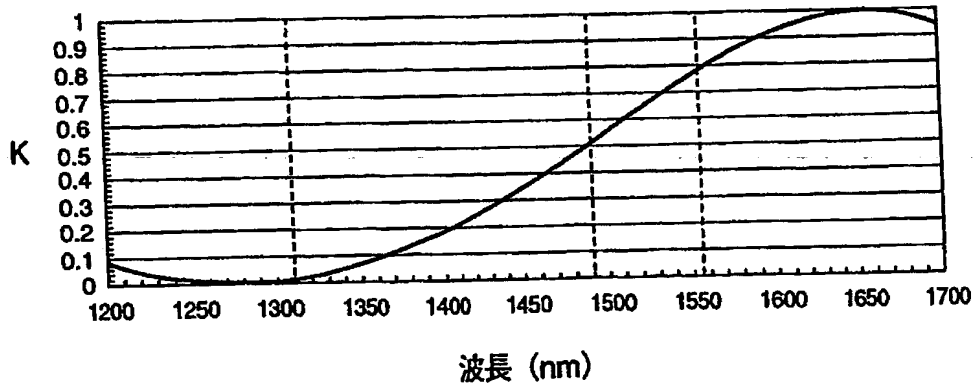


【図 4】

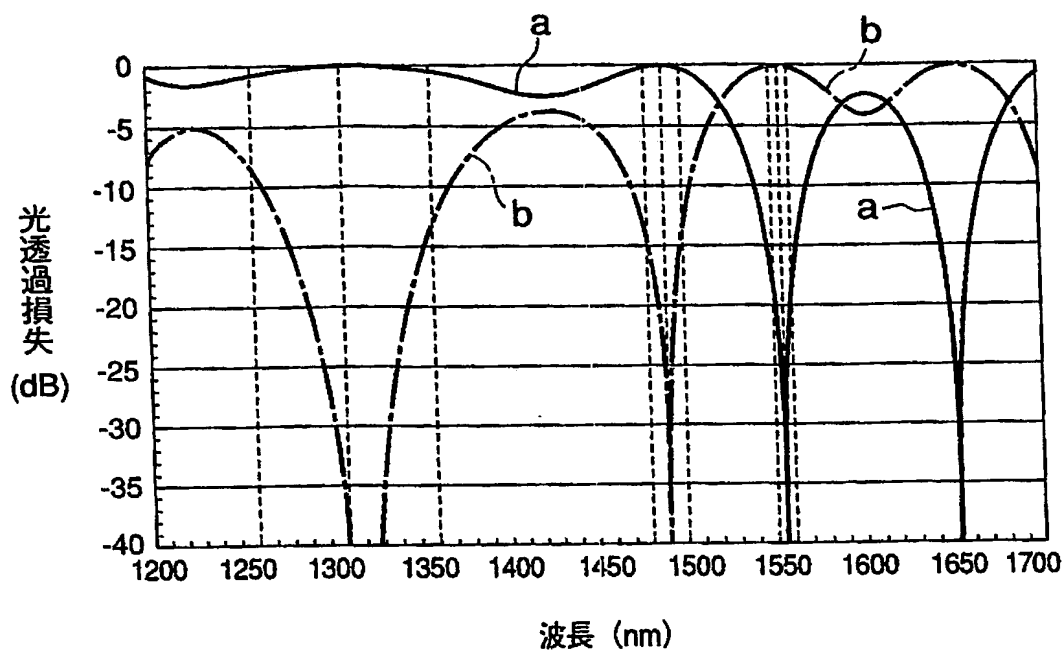
(a)



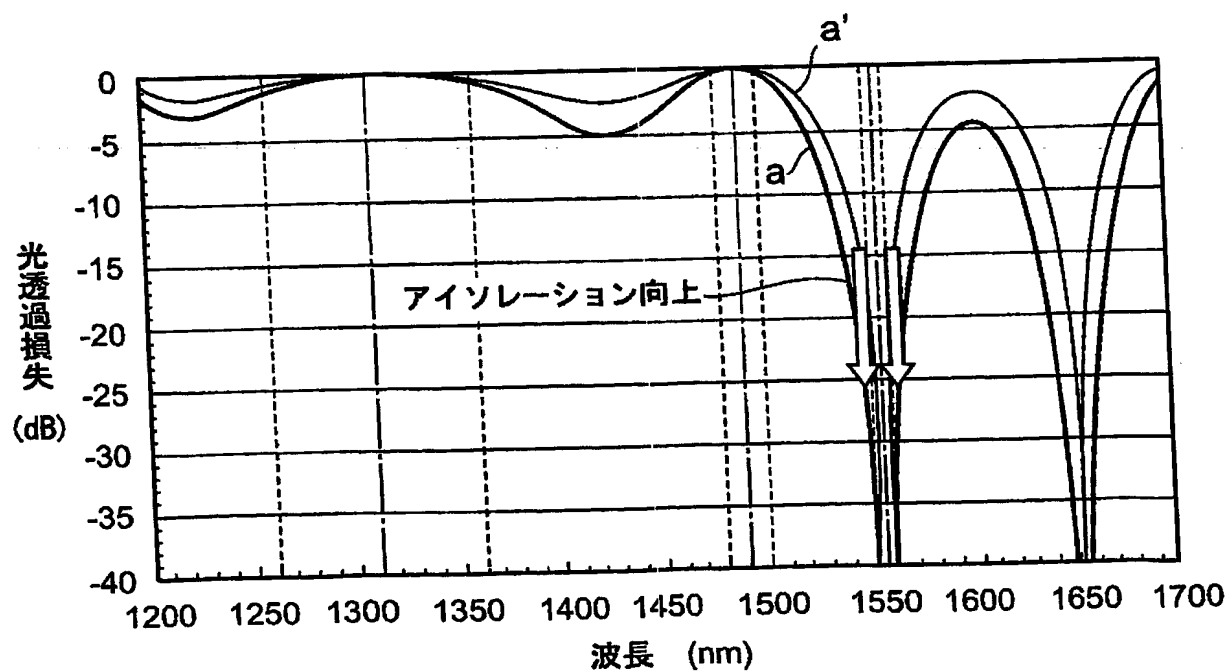
(b)



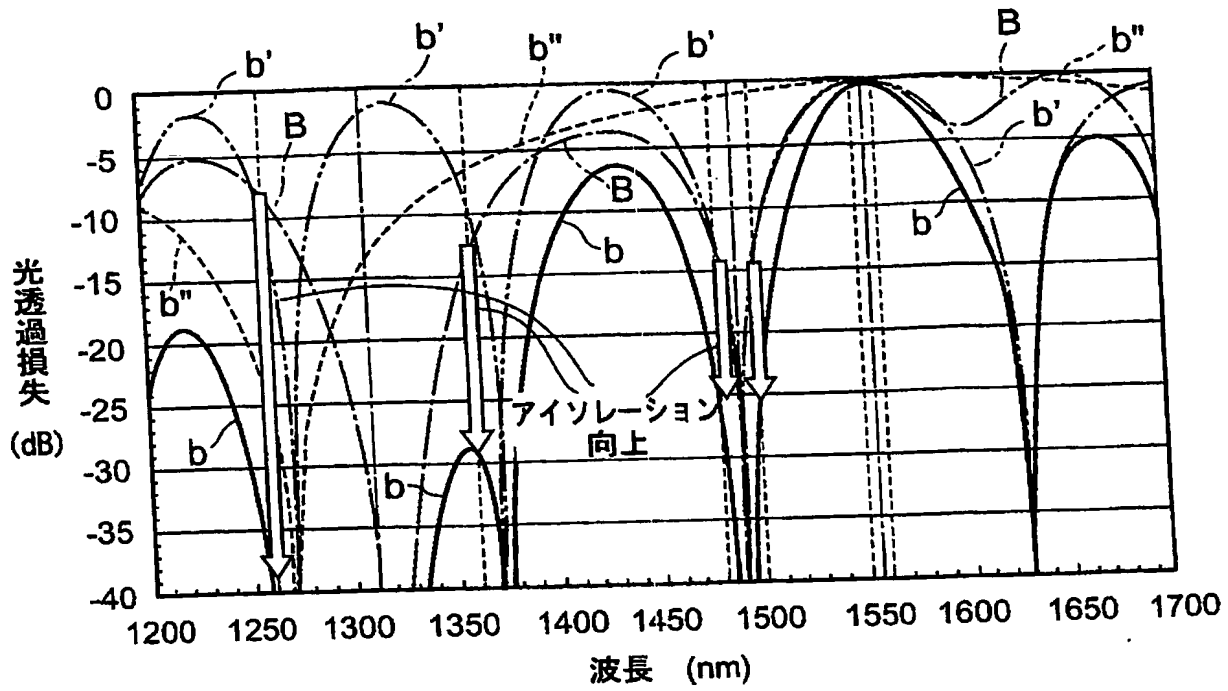
【図 5】



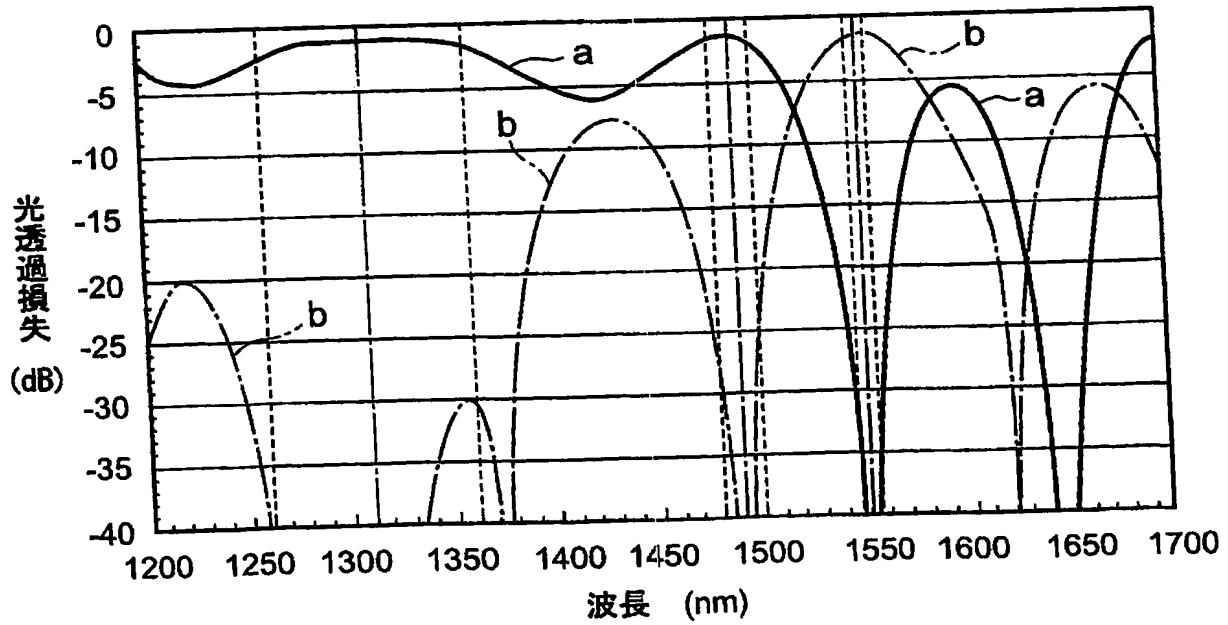
【図 6】



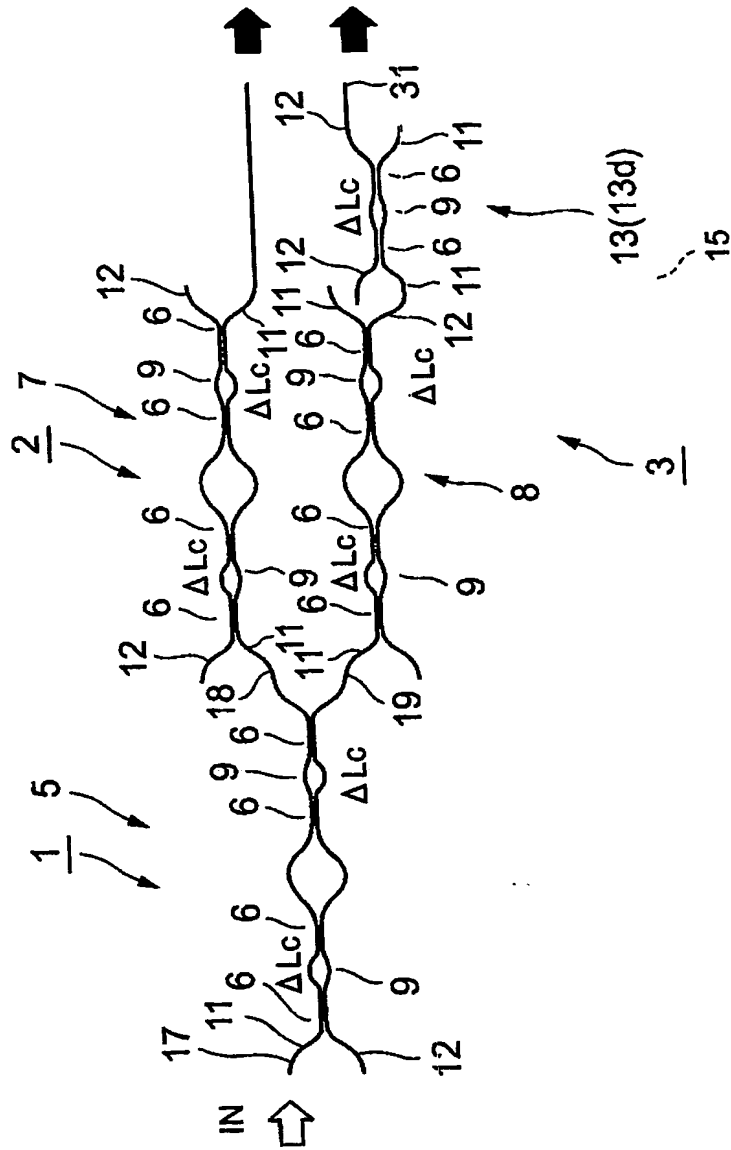
【図 7】



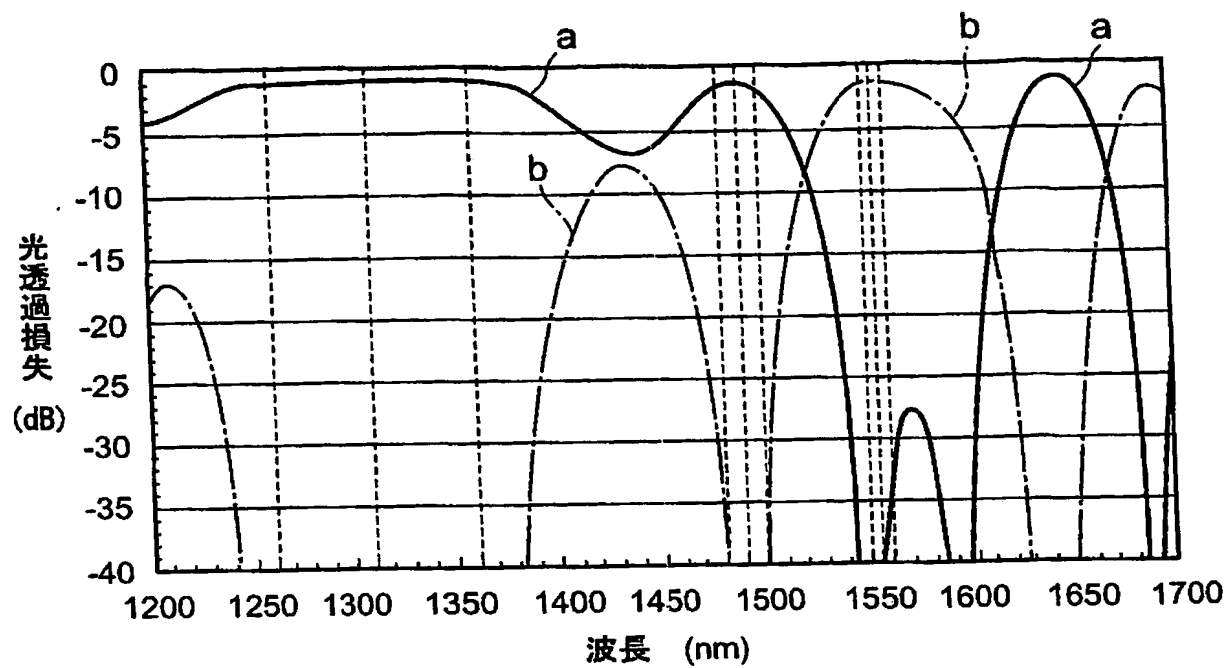
【図 8】



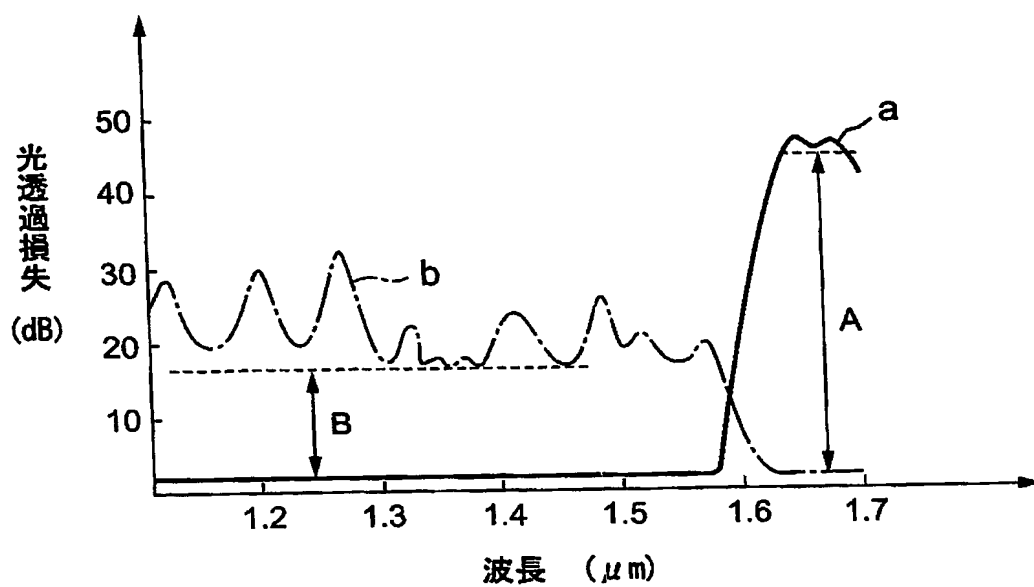
【図 9】



【図 10】



【図 12】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 広帯域の波長の合分波特性と高アイソレーション特性とが共に良好な広帯域波長合分波フィルタを提供する。

【解決手段】 2つのマッハツェンダ光干涉計回路13a, 13bを完全点対称に接続した第1の点対称接続光干涉計回路5を光入力側回路1とし、その第1の光導波路11の光入力端17は複数波長光の入力部と成し、該第1の光導波路11の出力端はスルーポート18、光入力側回路1の第2の光導波路12の出力端はクロスポート19と成す。スルーポート18には第1の点対称接続光干涉計回路5と同一機能構成の第2の点対称接続光干涉計回路7から成る第1の光出力側回路2を接続し、クロスポート19には、第1と第2の点対称接続光干涉計回路5, 7を形成するマッハツェンダ光干涉計回路13a, 13bと異なる長さ構成のマッハツェンダ光干涉計回路13c, 13dを1つ以上有する第2の光出力側回路3を接続する。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 4 - 1 8 8 3 6 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 2 9 0]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号

氏 名 古河電気工業株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/001295

International filing date: 25 January 2005 (25.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-188365
Filing date: 25 June 2004 (25.06.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 10 March 2005 (10.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.